

Fiche web Outils Incitatifs

ORSI / R2I / GERI

Création Suivi ou prolongation Clôture

1 à 2 pages maximum



ORSI

R2i

GERi

RP3-S09006 - EPEES - Evaluation et prévision des effets sur l'environnement des infrastructures de transport (ex RPW3S09006, ex 11W092)

Responsable IFSTTAR Agnès Jullien

Autre Responsable

Axe de rattachement : 3

Durée : 5 ans (2009-2013)

Bénéficiaires (s) potentiel(s) : [ministère de l'écologie, ADEME, maîtres d'ouvrages publics et privés, maîtres d'œuvres, bureaux d'études, entreprises, syndicats professionnels, écoles d'Ingénieurs \(Polytech' Orléans, ENPC, IUT de la Rochelle\), grand public, GIS LiRGEC/région Pays de la Loire, MTQ. Interlocuteurs internationaux dans le domaine routier et ferroviaire.](#)

Enjeux et objectifs

Pour tout pays, disposer d'un système de transport efficace au premier rang duquel se situent les infrastructures routières, constitue un facteur essentiel de développement économique. A l'heure des changements climatiques et de la raréfaction des ressources naturelles, le développement économique d'un pays, et donc le développement de son système de transport, ne peuvent se concevoir que dans le cadre d'une démarche de développement durable puisqu'elle permet d'intégrer les enjeux sociaux et environnementaux au même titre que les enjeux économiques.

Les travaux ont porté sur les méthodologies d'évaluation et sur l'optimisation des impacts au sens du développement durable des infrastructures et des aménagements au cours de leur cycle de vie. Nous avons intégré une prise en compte de la conception (concepts) dans les méthodes d'évaluation à partir de 2011. De fait les travaux s'étendent de la création des infrastructures/aménagements en phase projet, à leur réalisation/gestion en service pour l'utilisateur. Il s'agissait de produire des méthodes et modèles puis de les intégrer à des boîtes à outils de diagnostic et de prévisions des impacts des choix de produits ou de la technologie constructive. Ces méthodes de calcul et outils d'évaluation d'ouvrages et de projets s'ancrent sur des approches de type systémique, dont la problématique principale aujourd'hui nécessite d'aller au-delà de la notion d'indicateurs pour obtenir des critères, lesquels en nombre plus réduits, permettraient d'effectuer des choix.

L'objectif de cette opération de recherche était ainsi en particulier de mettre à la disposition des différents acteurs du génie civil, divers outils, fiables et rigoureux, leur permettant d'évaluer, au sens du développement durable, les effets sur l'environnement, de la construction ou de l'aménagement des infrastructures de transport. La manière dont ces outils peuvent être pour eux une aide à la décision (choix d'un tracé et ou d'un matériau plutôt qu'un autre, amélioration de l'insertion dans un site donné...) a été discutée lors de la

table ronde des journées de clôture les 11 et 12 septembre 2013 organisées sous l'égide d'Allenvi (Publication des conclusions en 2014).

Etat de l'art

En 2009 un besoin se dégageait de la part des acteurs du génie-civil : celui de la mise à disposition d'outils d'évaluation au sens du développement durable pouvant fournir une aide à la décision (choix d'un tracé, amélioration de l'insertion dans un site donné, optimisation de chantiers...). En parallèle au développement d'outils, il s'agissait également d'obtenir des données fiables dédiées aux procédés utilisés pour la réalisation des ouvrages et spécifiques aux milieux impactés. Le défi posé par ces approches concerne l'influence sur les processus de décision consistant à intégrer les avis et besoin des acteurs très en amont des projets. En France, l'intégration de critères environnementaux dans les appels d'offres continue à se développer, ce qui renforce l'intérêt de la communauté pour les méthodes de type Analyse de Cycle de Vie (ACV). Il convient donc en particulier d'accompagner cette évolution par la mise en place d'un référentiel clair et rigoureux en matière de collecte de données environnementales et de méthodes d'évaluation et d'outils dédiés validés, qui permettent l'évaluation des ouvrages au cours de leur cycle de vie. Le besoin se fait sentir à la fois en phase projet pour l'infrastructure et en phase réalisation ; il s'accompagne d'un questionnement sur la confiance accordée aux prédictions obtenues avec ces mêmes outils sur lesquels appuyer des décisions.

En 2013, le site OFRIR propose un état de l'art des connaissances en ACV sur les matériaux et le logiciel ECORCE comprend une base de données d'ICV dédiée au génie-civil et à la route, incluant chaussées et terrassements, équipements, différents modes de transports, ainsi que des matériaux recyclés. Un recul scientifique sur le calcul et la robustesse de certains indicateurs globaux comme locaux est acquis pour alimenter les réflexions sur l'évaluation d'infrastructures routières comme ferroviaires, en milieu urbain comme interurbain. De nombreuses réflexions restent à conduire pour mettre à disposition d'autres indicateurs locaux robustes et adaptés à l'évaluation des différentes phases des projets.

Structure pour les ORSI

La prise en compte des spécificités locales d'implantation des différents sites d'activités du génie-civil devait être envisagée en lien étroit avec les grands enjeux du Grenelle. En termes d'enjeux planétaires, on a considéré comme axe principal des entrants : les économies d'énergie fossile et la diminution des gaz à effet de serre, fortement liées à la demande en transports, et l'analyse des gisements de ressources locales en matériaux (naturels ou recyclés). De même, la préservation de la biodiversité, a été intégrée aux approches pour les « sortants », bien qu'elle soit un enjeu d'échelle planétaire, s'évalue et se traite à l'échelle locale. Enfin, les impacts sanitaires représentent un enjeu au moins national, avec des périmètres d'effet qui dépendent de la « route » suivie par les polluants, du compartiment d'émission jusqu'à l'homme, allant du très local concernant les pollutions véhiculées par les sols, au transnational voire planétaire, concernant les pollutions véhiculées par l'air. Ces considérations ont été abordées en 4 thèmes, chacun donnant lieu à des développements méthodologiques et à la collecte de données.

Thème 1 – Insertion des infrastructures dans un territoire- interactions avec les acteurs

Thème 2 – Cycle de vie des ressources dans un territoire

Thème 3 – Evaluation des effets des infrastructures (cibles et périmètres d'impact)

Thème 4 – Evaluation environnementale des procédés de production des matériaux et chantiers.

Produits principaux

Bases de données/connaissances:

Réalisation d'une base de données d'émissions d'ICV des matériaux et des engins de terrassements pour implémenter ECORCE (<http://ecorce2.ifsttar.fr>) avec homogénéisation des systèmes-

Base de connaissances et de données (<http://ofrir2.ifsttar.fr>) sur les ressources naturelles ou issues du recyclage et sur les procédés mis en œuvre pour les infrastructures qui traite des aspects techniques et environnementaux des ressources pour les infrastructures au sens large (incluant l'ACV des ressources pour les matériaux neufs et déchets élaborés pour les infrastructures (dans le domaine des routes, voies ferroviaires). Une « internationalisation » des textes est en cours de préparation afin de faciliter les collaborations internationales qui débutent comme un des résultats majeurs des travaux menés (cibles : Université de Davis (Lauréats du fonds France-Berkeley), Université d'Auckland (MOU), Université de Nottingham (FP7 Marie-Curie), Université d'Alger (MOU)).

Méthodologie d'évaluation globale des impacts d'une infrastructure routière ou ferroviaire avec proposition d'impacts locaux sur les territoires traversés pour les ouvrages de franchissement et l'usage de l'infrastructure et évaluation d'impacts globaux en phase appel d'offres, projet, après travaux. Les manuels de références

Logiciels :

- Eco-Comparateur-Route-Construction-Entretien des infrastructures (ECORCE 2) pour les chaussées et les terrassements comportant une Base de données ICV implémentée pour différents types d'infrastructures avec saisie de données environnementales modifiables (routine uniquement Ifsttar en 2013)
- Eco-évaluateur des impacts globaux (ACV) module d'élaboration des granulats (MEG) - approche de site
- Eco-évaluateur des procédés de production en centrale d'enrobage (MEP) –approche procédé

Partenariats

- Organismes publics : RST, ADEME, INERIS, SETRA, CERTU, BRGM, CSTB, RFF, SNCF, IRSTEA, MNHN, INRA
- Partenariats privés : SCE, Guintoli, Brajat, Eiffage, Argeco, TOTAL, SCREG, syndicats professionnels
- Collectivités territoriales : CG 59, CG 41/ Parc 41, CG26, CG 74, CG14, CG63
- Partenariats universitaires: Université d'Orléans , ENPC, Université de Tours
- Collaborations nationales et internationales : AIPCR, OEET, MTQ.

Moyens

Projets contractualisés : OREVADD, OFRIR, SEMET (appel ADEME-CORTEA) (*nationaux*), GiS LIRGEC (*Régional*)

2008 - 2011 Thème 1	CIFRE SCE (en cours) Doctorant : Tanh Toan LE (Tab 1)	Insertion des projets, évaluation DD. « Une méthode d'évaluation géolocalisée de l'insertion des projets routiers dans les territoires et de choix de variantes ». Co – directeurs de thèse : Agnès JULLIEN et Denis FRANCOIS, thèse soutenue en octobre 2011
2010 – 2013 Thème 2	CIFRE GUINTOLI Adrien CAPONY (Fig 1)	Evaluation environnementale d'un chantier de terrassement –mise au point d'un outil paramétrable de mesure d'émissions relative aux engins ed terrassement. Directrice de Thèse : Agnès JULLIEN – Co – encadrants : Tristan LORINO et Bogdan MURESAN, thèse soutenue en janvier 2013.
2008 – 2011 Thème 4	Thèse IFSTTAR Laurédan LE GUEN Partenaire :SEMR de BLOIS	Etude des aspects énergétiques de la fabrication des enrobés bitumineux en centrale d'enrobage. Directeur de Thèse : Philippe TAMAGNY – Co encadrant : Florian Huchet, thèse soutenue en juillet 2012
2010 – 2013 Thèmes 1 et 2	Thèse IFSTTAR et Région Pays de la Loire Amandine GINOT – FARGIER	Méthodologie d'évaluation environnementale locale et globale pour l'insertion d'ouvrages ferroviaires dans les territoires. Directeur de Thèse : Denis FRANCOIS, thèse à soutenir en octobre 2013
2011 – 2014 Thème 3	Thèse allocation contrat DRI (MEDDE) Fanny MALLARD (Fig 3, 4)	Evaluation des effets des infrastructures de transport terrestre sur les milieux naturels-Développement d'une méthode de quantification et d'aide à l'insertion des projets. Directeur de Thèse : Denis FRANCOIS, thèse à soutenir en février 2014
2012- 2015 Thème 3	Thèse IFSTTAR – ADEME Nathalie CLEMENT Partenaire : INRA de Versailles (UMR PESSAC)	Bioindicateurs et aire d'impact de polluants d'origine routière Directeur de Thèse : Denis FRANÇOIS – Co-encadrants : Bogdan MURESAN et Mickaël HEDDE (INRA)
2011 Thème 2	Ingénieur en CDD Véronique LEPICIER	ICV des ressources pour offrir2 (projet ADEME)
2012 Thème 4	Post doc projet SEMET Mohamed Sennoune	ICV des engins de terrassements (ISTO/Université d'Orléans) Direction : Chantal Proust
2012 3 mois Thème 2	Ingénieur en mobilité entrante du MTQ à l'Isfttar – Marie-Hélène Tremblay	Elaboration d'une démarche pour extension internationale d'ECORCE, en collaboration avec le MTQ (ingénieur)-

Zoom sur quelques principaux résultats

Méthodes de calculs ACV en GC sur les ouvrages –répercussions sur les indicateurs et outils développés

Les travaux menés, s'appuyant sur des données de terrain, ont conduit à privilégier dans les développements des éco-comparateurs des approches centrées sur la description *des procédés* plutôt que sur *les matériaux ou les produits* comme on l'envisageait initialement. La plupart des ACV sont considérées comme génériques et il a fallu lever un verrou méthodologique majeur pour la production d'une BDD d'ICV homogénéisée, achevée en 2012 pour ECORCE. Nous avons produit un jeu de données inédites (projet SEMET(ADEME CORTEA)) permettant une action spécifique sur tous les terrassements routiers ou ferroviaires via la connaissance fine des ateliers d'engins (Figure 1) et dégagé des perspectives de réduction des rejets polluants.

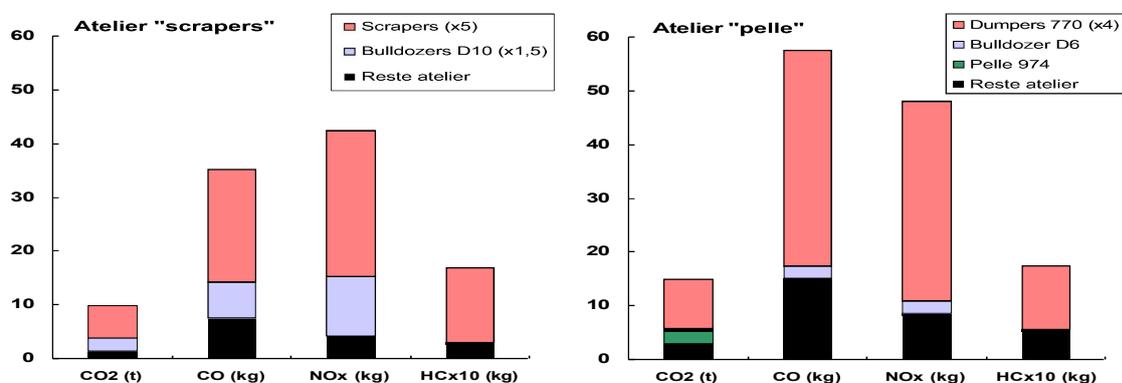


Figure 1: meilleure connaissance des rejets des ateliers in situ - une comparaison d'ateliers de chantiers

Différents outils de calcul finalisés pour la plupart ont été développés à l'issue des travaux de recherche pour les acteurs suivants : entreprises, MO. Différents résultats étayant la déconvolution des process (niveau extraction des ressources, mélanges des matériaux, utilisation) montrent l'incidence de chaque process sur l'ensemble de l'infrastructure et l'influence du type de ressource, nous en avons tiré des principes d'économies de ressources pour les granulats neufs et les agrégats d'enrobés recyclés (Figure 2).

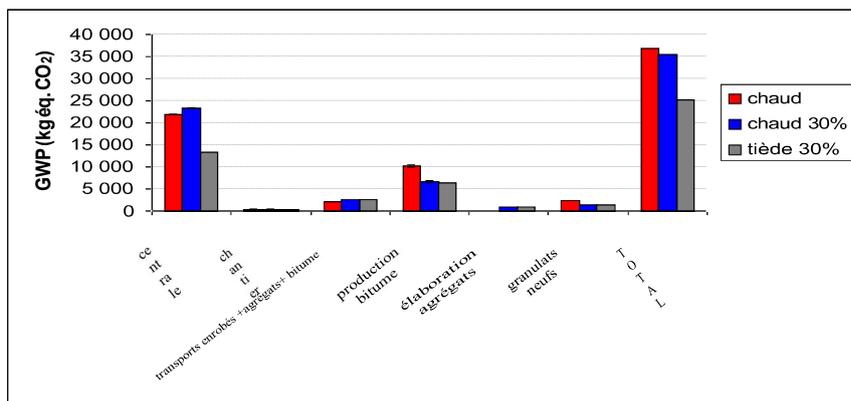


Figure 2: Etude globalisée des GES pour la construction avec enrobés neufs et recyclés, et comparaison de techniques d'enrobés chauds et tièdes

Les outils sont les suivants : Outils de niveau 1 - matériaux extraits : pour l'étude de l'économie de ressources (MEG, MEP) ; Outils de niveau 2 :- matériaux élaborés pour le GC : pour l'étude de l'économie de ressources (ECORCE) ; Outils de niveau 3- réalisation des infrastructures : pour l'évaluation de politique d'entretien du patrimoine ou des projets ou appels d'offres ou travaux (ECORCE). L'éco-comparateur ECORCE est qualifié avec avis IDRRIM et largement diffusé tous publics et utilisateurs en Français : les perspectives en sont une version anglaise.

Méthodes scientifiques d'évaluation d'itinéraires : indicateurs et outils développés

Certaines modifications majeures des écosystèmes sont liées à la construction des infrastructures routières, à leur utilisation et à leur maintenance. Les projets routiers affectent la structure, la dynamique du fonctionnement de l'écosystème, et ont des effets directs sur ses composantes, y compris en espèces animales et végétales. L'attention croissante des scientifiques sur les effets écologiques des routes a entraîné l'émergence d'une science : « l'écologie des routes ». Les travaux et développements dans la période évaluée portent sur l'évaluation environnementale des terrassements ainsi que sur l'insertion dans les territoires de projets routiers ou ferroviaires selon les phases de leur cycle de vie. Il s'est agi de poser un cadre méthodologique systémique qui relie les activités anthropiques et les écosystèmes (Figure 3).

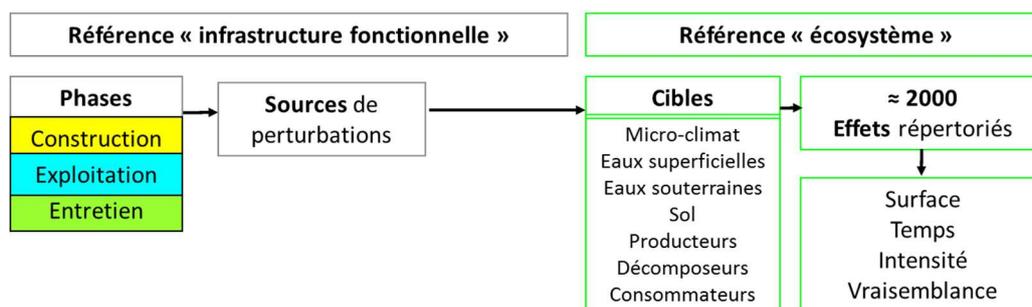


Figure 3 : relations fonctionnelles entre le système route et les écosystèmes

L'application du concept de trames vertes et bleues de la loi Grenelle II permettrait de compenser les déficiences de conservation si elle se basait sur des obligations coercitives. Les évaluations environnementales ont une portée décevante et elles interviennent relativement tard dans le processus de décision. Ces instruments prennent encore peu en compte la notion d'écosystème. Ceci peut s'expliquer par l'absence d'outil d'évaluation quantitative des impacts des projets au stade opportunité. Les différents travaux de recherche réalisés proposent des jeux d'indicateurs dans cette optique de calcul des effets selon une approche spatialisée.

Les questions étudiées peuvent s'appuyer sur un jeu d'indicateurs indépendants et qu'il faut hiérarchiser selon la variante du projet considérée (Tableau 1).

Energie consommée (MJ)
Impacts globaux environnementaux (GWP)
Fragmentation des écosystèmes (If)
Effets sur la sécurité et circulation (Nc)
Effets sur le patrimoine bâti et sur le milieu naturel (Lc)
Facilité de déplacement (Ip)
Prélèvement d'emprise (Se)
Rayonnement (Sr)

Tableau 1 : production d'indicateurs d'insertion en phase projet – exemple

Enfin, au-delà des outils actuels, une méthodologie d'évaluation de projets d'infrastructures est en cours d'élaboration pour produire une démarche d'éco-conception ; elle résulte d'une discrétisation des projets sur un itinéraire en unité fonctionnelles élémentaires (UFe) permettant d'évaluer tour à tour les ouvrages courants et non courants, le linéaire, les rétablissements routiers, l'assainissement. Chaque unité fonctionnelle a une aptitude à estimer les impacts sur la base d'indicateurs disponibles, essentiellement des indicateurs globaux à ce jour et utilisés dans le cadre de l'ACV.